

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-060041

(43)Date of publication of application : 26.02.2004

(51)Int.Cl.

C25B 1/10  
B01D 53/22  
B09B 3/00  
C01B 3/02  
C25B 15/08

(21)Application number : 2002-249754

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 25.07.2002

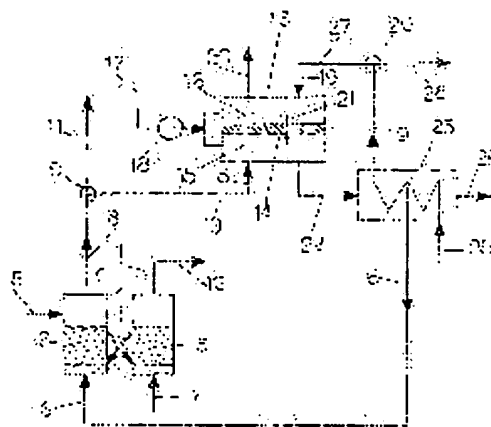
(72)Inventor : FUJIMURA HIROYUKI  
MATSUMURA SATORU  
OSHITA TAKAHIRO  
ITO KANICHI

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING HIGH PURITY HYDROGEN

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To economically recover hydrogen of high purity from pyrolysis gas such as biomass by a method of a relatively simple constitution in which the consumption of expensive utilities such as electric power and town gas is suppressed, and operation troubles are reduced.

SOLUTION: Reducing gas produced by the thermal decomposition of organic matter such as biomass is fed to the anode side of a high temperature water vapor electrolytic cell using a solid oxide electrolyte as a diaphragm. Oxygen ions are reacted with the reducing gas at the anode side of the electrolytic cell to cause the concentration gradient of the oxygen ions. Thus, the electrolytic voltage required for the decomposition of water is reduced, and hydrogen of high purity is obtained with the reduced consumption of electric power.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-60041

(P2004-60041A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

C25B 1/10

C25B 1/10

ZAB

4D004

B01D 53/22

B01D 53/22

4D006

B09B 3/00

B09B 3/00

3O2E

4G140

C01B 3/02

C01B 3/02

Z

4K021

C25B 15/08

C25B 15/08

3O2

審査請求 未請求 請求項の数 5 書面 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-249754 (P2002-249754)

(22) 出願日 平成14年7月25日 (2002.7.25)

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(74) 代理人 100091498

弁理士 渡邊 勇

(74) 代理人 100092406

弁理士 堀田 信太郎

(74) 代理人 100093942

弁理士 小杉 良二

(74) 代理人 100109896

弁理士 森 友宏

(72) 発明者 藤村 宏幸

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高純度水素の製造方法及び装置

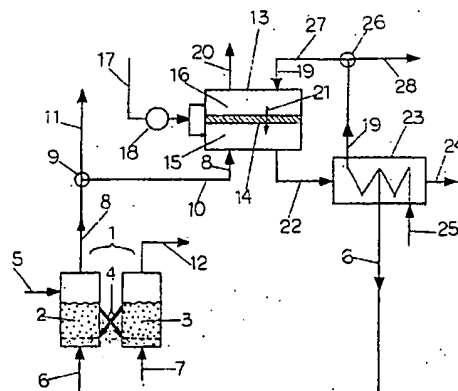
## (57) 【要約】

【課題】電力や都市ガスなどの高価なユーティリティの消費を抑え且つ比較的簡単な構成と運転障害の少ない方法により、バイオマスなどの熱分解ガスから高純度の水素を経済的に回収する。

【解決手段】バイオマスなどの有機物の熱分解で生成する還元性ガスを固体酸化物電解質を隔膜として使用する高温水蒸気電解槽の陽極側に供給し、電解槽の陽極側で酸素イオンを該還元性ガスと反応させて酸素イオンの濃度勾配を生じさせることにより、水の分解に要する電解電圧を下げて少ない電力消費で高純度の水素を得る。

【選択図】

図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

有機物の熱分解で生成する還元性ガスを固体酸化物電解質を隔膜として使用する高温水蒸気電解槽の陽極側に供給し、陽極側で酸素イオンを該還元性ガスと反応させて酸素イオンの濃度勾配を生じさせることにより、電解電圧を低減せしめることを特徴とする、高純度水素の製造方法。

## 【請求項2】

熱分解原料の有機物を廃木材・生ごみなどのバイオマスとすることを特徴とする、請求項1に記載の高純度水素の製造方法。

## 【請求項3】

廃木材・生ごみなどのバイオマスを熱分解する熱分解炉と、固体酸化物電解質を隔膜として使用する高温水蒸気電解槽と、熱分解炉からの生成ガスを電解槽の陽極側に供給する管路、および水蒸気を電解槽の陰極側に供給する管路などで構成したことを特徴とする、高純度水素の製造装置。

## 【請求項4】

熱分解炉を熱分解流動層と燃焼流動層の2層で構成して両層間に熱媒体を循環せしめる2層循環方式とし、熱分解ガスへの燃焼ガスの混入を防いで高濃度の還元性ガスを電解槽に供給することを特徴とする、請求項3に記載の高純度水素の製造装置。

## 【請求項5】

熱分解炉からの生成ガスを電解槽の陽極側に供給するガスの管路と電解槽の陰極側に供給する水蒸気の管路とにそれぞれ流量制御弁を設けて運転条件を最適制御することを特徴とする、請求項3に記載の高純度水素の製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

この発明は、有機物例えば廃木材・生ごみなどのバイオマス原料の熱分解で生成する水素や一酸化炭素を主成分とする熱分解ガスから、高純度の水素を回収する方法と装置とに関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

廃木材・生ごみなどのバイオマスを熱分解して得られる水素と一酸化炭素を主成分とする熱分解ガスは、水蒸気改質で水素化した後に水素を分離精製して燃料電池用燃料として有効に利用できる。しかし、最近実用化に近い技術として期待されている高分子電解質燃料電池では白金を触媒として使用しているために燃料の水素中に含まれる一酸化炭素をほぼゼロにする必要があり、高純度水素を得るためのガス改質・精製が煩雑であり操作性や経済性が問題となる。また、熱分解ガスで発電した電力を利用する電解法では比較的簡単な構成で高純度の水素が得られるが、電力消費が極めて大きい。これに対し、800℃以上の高温で電解して水の分解に熱エネルギーを使って電解電圧を下げて電解電力の低減を図る高温水蒸気電解法があるが、それでもなお水の分解エネルギーの60%以上を電力で補う必要がある。この高温水蒸気電解法の改善策として、米国特許6,051,125では電解槽の陽極に天然ガスを供給して陽極側への酸素移動に要する電解電圧を低下せしめる方法が提案されているが、この方法は高価な天然ガスを消費する欠点があるのみならず天然ガスと酸素の反応で析出する炭素による電極の汚染を防止する対策が必要になるなどで、実用上問題がある。

## 【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

以上に鑑みこの発明は、電力や都市ガスなどの高価なユーティリティの消費を抑え、且つ比較的簡単な構成と運転障害の少ない方法により、バイオマスなどの熱分解ガスから高純度の水素を経済的に回収する方法と装置を提供することを課題とする。

## 【0004】

## 【課題を解決するための手段】

この発明は、▲1▼廃木材・生ごみなどのバイオマスの熱分解ガスが水素と一酸化炭素を主成分とする還元性ガスであること、▲2▼高温水蒸気電解槽の陽極側に▲1▼の還元性ガスを供給して陽極側で酸素イオンと反応させることにより電解電圧を大幅に下げ得ること、▲3▼水素と一酸化炭素を主成分とする▲1▼の還元性ガスの酸化反応では炭素の析出がなく電極を汚染する恐れがないこと、▲4▼熱分解炉を2層循環方式とすることによって熱分解ガスに燃焼ガスが混入せず還元性ガスの濃度が高められ、電解槽やその関連装置をコンパクトにできるのみならず熱損失を減らせることなどの諸事実に着目し、熱分解ガス化炉と高温水蒸気電解槽との相乗効果により上記課題を解決するものである。

## 【0005】

すなわち、請求項1に記載の発明は、有機物の熱分解で生成する還元性ガスを固体酸化物電解質を隔膜として使用する高温水蒸気電解槽の陽極側に供給し、陽極側で酸素イオンを該還元性ガスと反応させて酸素イオンの濃度勾配を生じさせることにより、電解電圧を低減せしめることを特徴とする、高純度水素の製造方法である。

## 【0006】

また請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の方法において、熱分解原料の有機物を廃木材・生ごみなどのバイオマスとすることを特徴とする、高純度水素の製造方法である。

## 【0007】

また請求項3に記載の発明は、廃木材・生ごみなどのバイオマスを熱分解する熱分解炉と、固体酸化物電解質を隔膜として使用する高温水蒸気電解槽と、熱分解炉からの生成ガスを電解槽の陽極側に供給する管路、および水蒸気を電解槽の陰極側に供給する管路などで構成したことを特徴とする、高純度水素の製造装置である。

## 【0008】

また請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の装置において、熱分解炉を熱分解流動層と燃焼流動層の2層で構成して両層間に熱媒体を循環せしめる2層循環方式とし、熱分解ガスへの燃焼ガスの混入を防いで高濃度の還元性ガスを電解槽に供給することを特徴とする、高純度水蒸気の製造装置である。

## 【0009】

また請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の装置において、熱分解炉からの生成ガスを電解槽の陽極側に供給するガスの管路と電解槽の陰極側に供給する水蒸気の管路とにそれぞれ流量制御弁を設けて運転条件を最適制御することを特徴とする、高純度水素の製造装置である。

## 【0010】

## 【発明の実施の形態】

発明の実施の形態を図1に示す実施例のフロー図を参照して説明する。

図1において、熱分解炉1は水蒸気6を流動化ガスとする熱分解流動層2と、空気7を流動化ガスとする燃焼流動層3、および熱媒体移動層4で構成されている。廃木材・生ごみなどのバイオマスを有機物原料とする原料5は熱分解流動層2に供給されて熱媒体(砂)の熱で熱分解され、ここで水素と一酸化炭素を主成分とする還元性の熱分解ガス8およびチャー類に分解される。生成したチャー類は熱媒体と共に熱媒体移動層4を通過して燃焼流動層3内で燃焼し、加熱昇温した熱媒体は熱媒体移動層4を通過して熱分解流動層2に還流する。燃焼流動層3から排出される燃焼排ガス12の廃熱は別途利用することができる。また熱分解流動層2の流動化ガスとして、水蒸気6に代えて熱分解ガス8の一部を循環して使用してもよい。生成した熱分解ガス8はガスの流量調整弁9を介してガスの管路10と管路11に配分制御され、管路10のガスは高温水蒸気電解槽13の陽極側15に供給され、管路11のガスはガス貯槽(図示せず)にフルールされてガスエンジン発電などに利用される。

## 【0011】

高温水蒸気電解槽13は固体酸化物電解質の隔膜14によって陽極側15と陰極側16に仕切られており、電力17をAC-DC変換器18で直流に変換して電解槽に通電すると

10

20

30

40

50

、陰極側 16 に供給された高温水蒸気 19 は電解作用で水素 20 と酸素 21 に分解される。酸素 21 は固体酸化物電解質の隔膜 14 を選択的に通過して電圧駆動力で陽極側 15 に移動し、水素 20 が回収される。陽極側 15 では酸素 21 が還元性の熱分解ガス 8 と反応して消費され、酸素イオンが濃度勾配を生ずるので水の分解に必要な電解電圧が下がり、電力消費量は大幅に低減される。陽極側 15 で生成する高温排ガス 22 は熱交換器 23 を経て低温排ガス 24 として系外に排出される。熱交換器 23 で製造された水蒸気 6 は前記流動化ガスとして利用でき、高温水蒸気 19 は流量調整弁 26 を介して管路 27 と管路 28 に配分制御され、管路 27 の高温水蒸気 19 は前記のように陰極側 16 に、また管路 28 の高温水蒸気は発電などに利用される。図中 25 は純水を示す。

#### 【0012】

高温水蒸気電解槽 13 の実用化に際しては、(a) 電解槽 13 の容積を可及的に小さくすること、(b) 隔膜 14 の温度が 800℃ の高温に達するので熱損失を少なくすること、(c) 還元性ガスとの反応で電極を汚染する炭素の析出がないこと、などが望まれる。これらの要件に対して、前記のように 2 層循環方式の熱分解炉 1 の熱分解ガス 8 には燃焼排ガス 12 が混入せず、例えば木質原料を約 800℃ で熱分解した場合の熱分解ガス 8 の組成は、水素約 57%、一酸化炭素約 26%、二酸化炭素約 12%、と極めて高濃度の還元性ガスになる。従ってこのガスを受入れる電解槽 13 や熱交換器 23 の容積も小さくなり、廃熱や熱放射に基づく熱損失も少なくなる。また、還元性ガスは水素と一酸化炭素を主成分とするので酸素との反応で炭素析出に伴う電極汚染の恐れがない。

#### 【0013】

電解に要する電力 17 は、低価格の夜間電力の他に、ガス管路 11 経由の余剰熱分解ガスによるガスエンジン発電や管路 28 経由の余剰高温水蒸気によるスチームタービン発電などの自家発電電力が用いられる。高温水蒸気電解槽 13 に供給される熱分解ガス 8 及び高温水蒸気 19 の量は、それぞれ流量調整弁 9、26 によって、電解槽 13 の運転温度（約 800℃）の維持及び入力電力量と発生水素量に見合った最適条件での運転を維持するように、自動制御するとよい。

#### 【0014】

##### 【発明の効果】

本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

#### 【0015】

熱分解ガス化炉と高温水蒸気電解槽との相乗効果により、電力や都市ガスなどの高価なユーティリティの消費を抑え且つ比較的簡単な構成と運転障害の少ない方法で、低価値のバイオマスなどから高分子電解質燃料電池の燃料として利用可能な高純度の水素を経済的に回収できる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例のフロー図である。

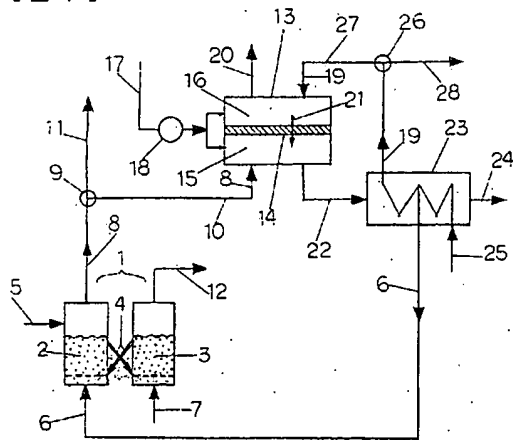
##### 【符号の説明】

- 1 熱分解炉
- 2 熱分解流動層
- 3 燃焼流動層
- 4 熱媒体移動層
- 5 原料
- 6 水蒸気
- 7 空気
- 8 熱分解ガス
- 9 ガスの流量調整弁
- 10、11、ガスの管路
- 12 燃焼排ガス
- 13 高温水蒸気電解槽

- 14 固体酸化物電解質の隔膜
- 15 陽極側
- 16 陰極側
- 17 電力
- 18 AC-DC変換器
- 19 高温水蒸気
- 20 水素
- 21 酸素
- 22 高温排ガス
- 23 熱交換器
- 24 低温排ガス
- 25 純水
- 26 水蒸気の流量調整弁
- 27、28 水蒸気の管路

10

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 松村 知

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(72)発明者 大下 孝裕

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

(72)発明者 伊藤 寛一

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

Fターム(参考) 4D004 AA03 AA12 BA03 CA27 CB04 CB31 CC01 CC02 DA02 DA12

4D006 GA41 HA41 MA03 MB04 MC03 PA01 PB18 PB62 PC80

4G140 BA02 BB03

4K021 AA01 BA02 CA09 CA15 DB40 DC03